

300-78.05

AU 235

48805

JP

JA 0122069

MAY 1988

(54) HEAD POSITIONING SYSTEM FOR MAGNETIC DISK STORAGE DEVICE

(11) 63-122069 (A) (43) 26.5.1988 (19) JP

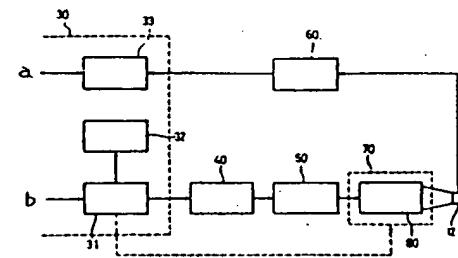
(21) Appl. No. 61-267746 (22) 12.11.1986

(71) OKI ELECTRIC IND CO LTD (72) HIROSHI KONISHI(2)

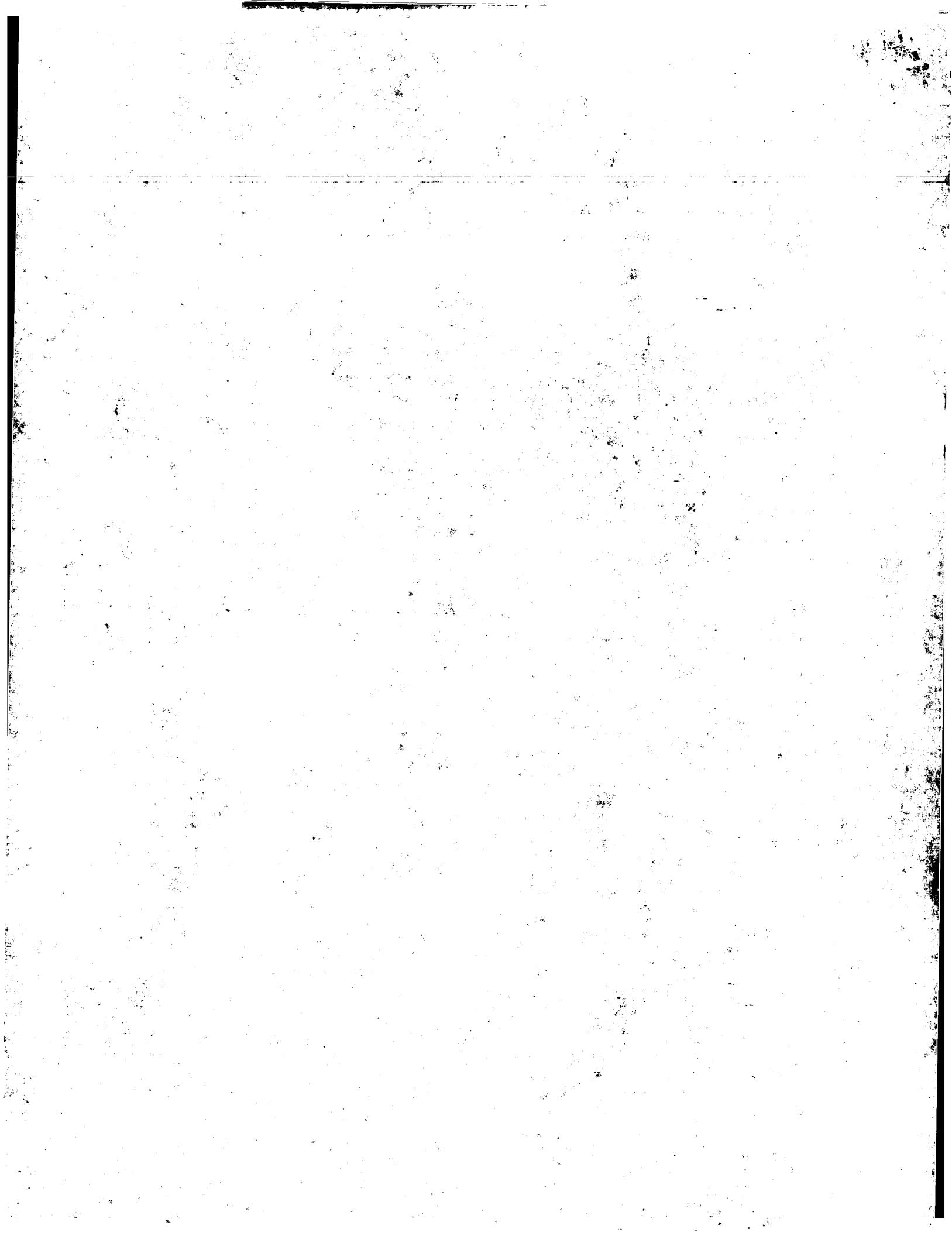
(51) Int. Cl. G11B21/02,G11B21/08

PURPOSE: To attain high density track by setting a moving quantity from a present track position and an object track position of a magnetic head and applying seek operation in two stages.

CONSTITUTION: A present track position of a magnetic head 12 is detected by an off-track detection circuit 60 and stored in an off-track register 33. An up-down circuit 31 calculates the difference between a present track position and an object track position to hold object track position information. Moreover, the circuit 31 calculates a reference track of an object track zone to give a 1st seek instruction to a 1st mechanism so that the head 12 is moved to a reference track. While the mechanism 70 applies seekoperation, a difference between the object track and the reference track is calculated by a CPU 30 and the control information is inputted to a 2nd head mechanism 80 from a memory circuit 32 via the circuit 31 to apply a 2nd seek operation. The seek is executed in a minute step in this way and the high density track is realized.



30: microprocessor, 40: D/A converter, 50: voltage amplifier.
a: to magnetic disk controller, b: signal from magnetic disk controller



本発明は、かかる事前に端みてなされたものであり、その目的は、簡単な機構により細かいステップでシーク動作が行なえ、ひいてはトラックの高密度化を実現できる磁気ディスク記憶装置のヘッド位置決め方式を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

上記目的を達成するため、本発明に係る磁気ディスク記憶装置のヘッド位置決め方式は、磁気ディスクに形成されたトラックの半径方向へ移動可能に配置された第1ヘッド移動機構と、磁気ヘッドを搭載し第1ヘッド移動機構に対して相対移動可能に取付けられた第2ヘッド移動機構と、第1ヘッド移動機構を目標トラックが属するゾーンの基準トラックに移動させる第1駆動手段と、第2ヘッド移動機構を基準トラックから目標トラックまで第1駆動手段よりも小さなステップで移動させる第2駆動手段と、磁気ヘッドで検出されたヘッドの現在トラック位置と目標トラック位置から磁気ヘッドの移動量を設定し、第1駆動手段に現在トラック位置から基準トラック位置へ第1のシ

ーク動作命令を送ると共に、目標トラック位置と基準トラック位置の差を算出して第2駆動手段に目標トラック位置へ第2のシーク動作命令を送る制御手段とから構成されている。

(作用)

これらの構成により、磁気ヘッドで検出されたヘッドの現在トラック位置情報は、磁気ディスク制御装置へ一旦送られ、ここから制御手段へ現在トラック位置と目標トラック位置情報が送られる。制御手段は、2つの情報から磁気ヘッドの移動量を設定し、第1駆動手段に第1のシーク動作命令を送り、第1駆動手段が第1ヘッド移動機構を目標トラックを含むゾーンの基準トラック位置に一旦移動させる。次いで、制御手段は目標トラック位置と基準トラック位置の差を算出して、この差を解消する第2のシーク動作命令を第2駆動手段へと送る。第2駆動手段は、より細かいステップで第2ヘッド移動機構を移動させ、これで磁気ヘッドが目標トラック上に位置決めされることとなる。

(実施例)

第1図は、本発明のヘッド位置決め方式に用いられるヘッド機構の平面図で、第1ヘッド移動機構としてスイングアーム11を用いている。スイングアーム11は、周知の如くステップモータ(図示せず)の作用により、先端の磁気ヘッド12を矢印方向、即ち磁気ディスク10の半径方向へ移動させる。

本発明では、スイングアーム11の先端にマイクロステップ作動する第2ヘッド移動機構とこの組合せが一体に取付けられ、この実施例では、第2ヘッド移動機構にイーデンばね機構13、駆動機構に非対称バイモルフ14を使用している。

第2図には、イーデンばね機構13とバイモルフ14の斜視図が示され、イーデンばね機構13は、2枚の板ばね15、16と両者の間に挟持されたスペーサ17から構成されている。板ばね15は、第1図に示すようにスペーサ18を介してねじ19によりスイングアーム11の先端前方(第1図左側)に固定され、板ばね16は直角に

屈曲し、その基端部がスペーサ20を介してねじ21によりスイングアーム11の先端上面に固定されている。

板ばね15、16の先端はスペーサ17を挟んで平行になっており、板ばね15の左面には固定ブロック22が固定され、各素子は第1図に示すようにスペーサ23を介してねじ24により一体に固定されている。固定ブロック22の先端は複数に分岐して(第2図)、各々にフレクシャー25(第1図)の基端が固定され、各フレクシャー25の先端に該当用の磁気ヘッド12が取付けられている。

従って、スピンドル(図示せず)上に積層状態で高速回転する磁気ディスク10の各々に磁気ヘッド12が対応し、フレクシャー25は磁気ヘッド12を弾性的に支持する。

バイモルフ14は、板ばね16の基端部をなしでいる板ばね部分16Aに圧電体27を重ね合わせて構成され、圧電体27の両面には薄膜電極(図示せず)が形成されて圧電歪により拘みが生

するようになっている。

この圧電体27は、機械的信号と電気的信号とを相互変換するトランスデューサとして古くから利用されて来ており、最近ではその交換効率が高く、量産性にも優れているPZTに代表される圧電セラミックスが有利である。この圧電体27には、普通圧電効果、または圧電横効果の2つの型式の利用法がある。本発明では、両者のうち圧電横効果利用を発展させたバイモルフ型式を例に説明を行なうが、当然のことながら、本発明はこの圧電横効果利用のみに拘束されるものではない。

第3図は、バイモルフ14の原理図、第4図はイーデンばね機構13とバイモルフ14の関係を示す平面図で、説明の都合上第1図と配置方向を変えてある。

まず、第3図に基づいてバイモルフ14の原理を説明する。バイモルフ14の長さを λ とし、圧電体27の両面にリード線28を接続して電圧 VE が印加されると、バイモルフ14の横断面に生ずる応力分布の不連続性から横みが発生する。

上式から、先端の定常横みを計算すると、

$$\frac{-2W(\lambda)}{(dVE/h^2)\lambda^2} \cdot \frac{A_1 h_1}{(1 + S_1^2/h_1^2)(1 + \frac{h_2/h_1}{1 + (S_1^2/S_2)h_2/h_1}) - \frac{h_2^2}{1 - k_1^2}} \quad (4)$$

と表わされる。ここに

$$I_1 = \int_{h-h_1}^{h_1} z^2 dz, I_2 = \int_h^{h+h_2} z^2 dz, I_3 = \int_{h_2}^{h/2} z^2 dz \quad (5)$$

K_1 ：電気機械結合計数。 I_0 、 I_1 、 I_2 ：断面二次モーメントである。

このようなバイモルフ14の定常横みは、第4図に想像線で示すようにイーデンばね機構13により拡大されて磁気ヘッド12に伝えられる。ここで、磁気ヘッド12の変位を d とすれば

$$d = C L \cdot \frac{W(\lambda)}{D} \quad (6)$$

ここで、C：定数、L：板ばね15の等価有効長、D：板ばね15、16の間隔である。

バイモルフ14の固定端からの x の距離にある部分の横みを $W(x)$ とすれば、

$$W(x) = \frac{d_1}{S_1^2 (\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2)} \cdot \frac{A_1}{h_1} \times \sum_{i=1}^{\infty} \left[\frac{1}{\rho_i^2} \cdot \frac{W_i(x) \int_0^x \frac{dW_i(x)}{dx} dx}{\int_0^L W_i^2(x) dx} \right] \quad (1)$$

で表わされる。ここに

S^E ：圧電体27の弾性コンプライアンス、 d_1 ：圧電体27の圧電定数、 ρ_1 、 ρ_2 ：圧電体27、板ばね16Aの密度、 ρ_i ：i次モードの固有角振動数、 $W_i(x)$ ：横みのiモードの正規関数。

$$A_1 = \int_{h-h_1}^{h_1} zdz \quad (2)$$

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1 - (S_1^2/S_2)(h_2/h_1)^2}{1 + (S_1^2/S_2)(h_2/h_1)} \quad (3)$$

S_2 ：板ばね16Aの弾性コンプライアンス、 h_0 ：接合面と中立面の間の距離、 h_1 ：圧電体27の厚さ、 h_2 ：板ばね16Aの厚さである。

上式(6)により、バイモルフ先端の横み $W(\lambda)$ が微小であっても間隔Dを小さくすれば、高倍率化された変位 d が簡単に得られる。第5図は、この計算結果を示すグラフであり、縦軸は非対称バイモルフ先端の規格化定常横みを表わし、横軸は圧電体27と板ばね16Aの板厚比 h_2/h_1 を表わしている。

式(4)および第5図から、定常横み $W(\lambda)$ は印加電界 VE/h_1 に比例して増加すること、また定常横みを最大ならしめる板厚比 h_2/h_1 がただ1つ存在することがわかる。このような方法で、一定印加電圧 VE のもとで、最も効率的に定常横みを出力できるバイモルフ14に板厚比 h_2/h_1 が決定できる。

尚、圧電体27に電圧を印加する場合、圧電体27の自発分極が消失する方向(分極方向に対して逆方向)に印加することは好ましくない。このため、実際に磁気ヘッド12をシーカーさせる場合は、圧電体27の分極方向に対して順方向に電圧を印加させ、磁気ヘッド12を内周または外周方

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

昭63-122069

⑫ Int.Cl.

G 11 B 21/02
21/08

識別記号

庁内整理番号

7541-5D
7541-5D

⑬ 公開 昭和63年(1988)5月26日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 磁気ディスク記憶装置のヘッド位置決め方式

⑮ 特願 昭61-267746

⑯ 出願 昭61(1986)11月12日

⑰ 発明者 小西 博 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
⑱ 発明者 向井 仲 恒男 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
⑲ 発明者 塚田 光芳 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
⑳ 出願人 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
㉑ 代理人 弁理士 吉田 精孝

明細書

1. 発明の名称

磁気ディスク記憶装置のヘッド位置決め方式

2. 特許請求の範囲

(1) 磁気ディスクに形成されたトラックの半径方向へ移動可能に配置された第1ヘッド移動機構と、
磁気ヘッドを搭載し第1ヘッド移動機構に対して相対移動可能に取付けられた第2ヘッド移動機構と、

第1ヘッド移動機構を目標トラックが属するゾーンの基準トラックに移動させる第1駆動手段と、
第2ヘッド移動機構を基準トラックから目標トラックまで第1駆動手段よりも小さなステップで移動させる第2駆動手段と、

磁気ヘッドで検出されたヘッドの現在トラック位置と目標トラック位置から磁気ヘッドの移動量を設定し、第1駆動手段に現在トラック位置から基準トラック位置へ第1のシーク動作命令を送ると共に、目標トラック位置と基準トラック位置の差を算出して第2駆動手段に目標トラック位置へ

第2のシーク動作命令を送る制御手段と、

から成る磁気ディスク記憶装置のヘッド位置決め方式。

(2) 前記第1ヘッド移動機構がスイングアームである特許請求の範囲第1項に記載の磁気ディスク記憶装置のヘッド位置決め方式。

(3) 前記第2ヘッド移動機構が、2枚の板ばねとスペーサから構成され、入力側の変位を増幅するイーデンばね機構である特許請求の範囲第1項に記載の磁気ディスク記憶装置のヘッド位置決め方式。

(4) 前記第1駆動手段がステップモータである特許請求の範囲第1項に記載の磁気ディスク記憶装置のヘッド位置決め方式。

(5) 前記第2駆動手段が、圧電体と板ばねから構成されたバイモルフである特許請求の範囲第1項に記載の磁気ディスク記憶装置のヘッド位置決め方式。

3. 発明の詳細な説明
(産業上の利用分野)

本発明は、磁気ディスク記憶装置、特にハードディスク装置のヘッド位置決め方式に関する。

(従来の技術)

多くのファイル記憶装置の中において、磁気ディスク記憶装置は記憶容量が大きくまた高速なアクセスが可能であるため、コンピュータシステムにおける記憶装置として從来から欠くことのできないものとなっている。そして最近では、パソコンコンピュータ、OA機器などの小型情報処理システムの中にも、多くの小型磁気ディスク記憶装置が採用されるようになってきた。

この中でも、小型ウインチエスタ型ハードディスク装置(HDD)は、ここ数年の間に急速な発展を遂げた装置であり、現在の主な研究開発目標に、電磁変換系の改善と高精度な磁気ヘッドの位置決めによる高密度記録・再生化、ヘッドのアクセス時間の短縮化、小型薄型で堅牢な装置化などがあげられる。

特に高密度化については、磁気ディスク、磁気ヘッドの基本技術に負うところも大であるが、信

報の高密度記録化、アクセス時間の短縮化も含め、磁気ヘッドのポジショニング、即ちヘッド位置決め機構はハードディスク装置の要となる技術である。

現在のハードディスク装置に多用されているヘッド位置決め機構は、ボイスコイルを用いたものと、ステップモータ及びスチールベルトを用いたものに大別され、両者ともクローズドルーアサーボによる位置決めを行なって、600～750TPSのトラック密度を実現している。

ボイスコイル方式は、主にアクセス時間の短縮及びトラックの高密度化を目的としているが、一般に機構も電気回路も複雑で、耐熱、耐衝撃及び耐振動の上から設計にかなりの負担がかかり、信頼度にも今一つかける。

一方、ステップモータ方式は、元来オーバンループ方式でヘッドの位置決めを行なう手段として多用されており、これが用いられるハードディスク装置は、一般に記憶容量が小さく、トラック密度も250TPSである。

この理由としては、ステップモータがかなり多きなヒステリシスを持つこと、ステップモータが動作終了後もある大きさのリングングを続けること、そして最も大きな問題として、機構部の熱膨張、熱収縮によるオフトラックなどがあげられる。例えば5 1/4 インチ用のドライブに使われるベースフレームと、巻き込み／読み出しヘッド間に生じる位置すれば、1°Cの温度変化で大略0.1μmに及ぶ。

従って、このような問題を解消し、トラック密度の高いドライブを実現する手段としては、セミ・クローズドループ若しくはフル・クローズドループの位置決め方式としてステップモータを利用する以外に方法はなかった。このようなクローズドループ方式を採ってもステップモータが多用される理由は、ボイスコイル方式のクローズドループ方式と較べ、安定したアクセス動作、高い信頼度を持っているほかに、ヘッド位置決め機構が極めて簡単であること、またエンコーダ等の計数発生器を特別に用意する必要もなく、ステップバル

ス数を計数管理することにより、ヘッドのトラック移動量を計数できることなど、制御回路が簡単に実現できることにある。

(発明が解決しようとする問題)

さて、ハードディスク装置に現在多用されているステップモータは、マイクロステップ発生回路によって制御される1.8度若しくは0.9度の基本ステップ角度を持っている。理論上は、このマイクロステップ制御により、各相の巻線電流の値を微妙にずらし、基本ステップ角度を更に細分化させて高トラック密度を実現することが可能である。しかしながら現在入手できるステップモータにおいては、基本ステップ角度誤差が±3～4%、ヒステリシス誤差が約3%程度であるため、0.45度のマイクロステップ制御(ハーフステップ制御)が実用の限界値であると考えられている。

このため、ステップモータを用いたハードディスク装置の場合、磁気ディスク上のトラック密度にも一定の限界があることになる。

向へシークさせる必要がある。

第6図は、磁気ディスク10上のトラックとステップモータが停止し得るトラック位置を比較した簡略平面図である。この図から分るように、第1のヘッド移動機構は、ステップモータの基本ステップ角度θtを最小に、その倍数に相当するヘッド移動量だけしか得られない。

ここで仮にトラックピッチθとθtの間に

$$\frac{e}{a} = \frac{d}{\theta t} \quad \cdots (7)$$

の関係があるとする。ここにeは基本ステップ角度当たりに磁気ヘッド12がディスク上で移動する距離を表す。

この式(7)は、ステップモータがe回転の相切換ごとに、磁気ディスク10のトラック上に磁気ヘッド12を位置決めでき、2e回目の相切換で位置決めされたディスク上のトラックとの間(ゾーンと呼ぶ)にあるトラック数がa本であることを意味する。

トラック検出回路60から構成され、更にCPU30には、アップダウンカウント回路31、メモリ回路32、オフトラック用レクスタ33が組込まれている。またステップモータとスイングアームを第1ヘッド機構70、イーデンばね機構とバイモルフを第2ヘッド機構80として示してある。

アップダウンカウント回路31は、磁気ディスク制御装置及びメモリ回路32からの信号に基づいて第1ヘッド機構70及び第2ヘッド機構80にシーク動作命令を送る。

アップダウンカウント回路31にはメモリ回路32が接続され、メモリ回路32には、前述のようにバイモルフ14に対する印加電圧V_Eとヘッドのマイクロステップ量dの関係がコントロール情報として蓄えられている。また、アップダウンカウント回路31の出力側には、D/A変換器40が接続され、D/A変換器40の出力側に電圧増幅器50が接続されている。

電圧増幅器50の出力側には、第2ヘッド機構80のバイモルフ14(第4図)が接続され、こ

つまりステップモータの仕様及びディスク装置の計数上の制約から、式(7)で表わされるようなトラック密度を実現しなければならないことも十分に考えられ、このような場合、極めて特殊な磁気ディスク装置を製作しなければならなくなる。

しかし、このような場合でも、第2のヘッド移動機構であるイーデンばね機構13とこれを駆動するバイモルフ14によって十分に対応できる。つまり、磁気ヘッド12がシークする量dは、実際に使用する圧電体27及び板ばね16Aの電気的、機械的設定値を前述の式(6)、(4)に代入し、印加電圧V_{E1}、V_{E2}、…、V_{Er}に対してd1、d2…、drと算出できる。従って、これらのコントロール情報を複数の情報テーブルとして後述のメモリ回路に予め蓄えておけばよい。

第7図には、バイモルフ14及びイーデンばね機構13で磁気ヘッド12を目標トラックへシーク動作させる位置決め制御回路図が示されている。

この回路は、マイクロプロセッサ(CPU)30、D/A変換器40、電圧増幅器50、オフ

の第2ヘッド機構80が微動して磁気ヘッド12を目標トラック上に位置決めさせる。

磁気ヘッド12には、オフトラック検出回路60が接続され、これは磁気ヘッド12の現在トラック位置を検出してこの信号をオフトラック用レクスタ33に格納する。オフトラック用レクスタ33は、この情報を磁気ディスク制御装置へと送り出す。

以上のように構成された制御回路により各ヘッド機構70、80は、次のように作動する。説明を容易にするため、第8図に磁気ディスク10の各トラックを示してあり、この図において、101, 102…, 10kはゾーン、1010, 1020, …, 10k0, 10(k+1)…, 10n0は各トラック、また10k1, 10k2, …, 10ki, 10ki0はゾーン10k内のトラックであり、このうち10ki0を基準トラック、10kiを目標トラックとする。各ゾーンや基準トラックは制御装置側での設定事項で、磁気ディスク10上に特殊のトラックが形成されているわけではない。

ヘッド位置決めに当っては、まず磁気ヘッド

— 12 の現在トラック位置が第 7 図のオフトラック検出回路 60 で検出され、この情報がオフトラック用レジスタ 33 に格納される。

オフトラック用レジスタ 33 の情報は、一旦外部の磁気ディスク制御装置で処理され、目標トラック 10Ki にヘッドを移動させるための制御信号と共にアップダウンカウント回路 31 へ送られる。アップダウンカウント回路 31 は、現在トラック位置と目標トラック位置の差である移動トラック数を計算すると同時に目標トラック位置情報を保持する。

また、アップダウンカウント回路 31 は、前述の情報に基づいて目標トラック 10Ki が存在するゾーン 10K の基準トラック 10k0 を計算し、磁気ヘッド 12 が基準トラック 10k0 へ移動するように第 1 ヘッド機構 70 のステップモータ (図示せず) に第 1 のシーク命令を出す。このとき、オフトラック用レジスタ 33 内の情報に基づいてオフトラック補正 (トラックサーボ) も行なわれる。

第 1 ヘッド機構 70 が第 1 のシーク動作を行な

っているとき、目標トラック 10Ki と基準トラック 10k0 との差が CPU 30 で計算され、メモリ回路 32 の情報テーブルからこの差に相当するコントロール情報 (電圧 V_E) が送出される。アップダウンカウント回路 31 からのコントロール情報は、出力電圧 V_E となって D/A 変換器 40 でアナログ化され、電圧増幅器 50 で増幅されて第 2 ヘッド機構 80 へ入力される。

第 2 ヘッド機構 80 のバイモルフ 14 は、第 4 うに示すように印加電圧 V_E により先端が固定端に対して横み、この横み量はイーデンばね機構 13 で摩擦やガタが生じることなく増幅されて先端の磁気ヘッド 12 が目標トラック 10Ki へほぼ直線的に到達し、これで第 2 のシーク動作が終了する。

バイモルフ 14 は、電圧の印加のみで動作するから駆動回路も簡単になり、ヘッド機構全体も軽量化できる。また、バイモルフ 14 は、従来の電磁アクチュエータのような電磁ノイズを発生させないから、外部磁界を嫌う磁気ディスク記憶装置

に対して極めて有利である。

この実施例では、第 1 のヘッド移動機構にスイングアーム 11 を用いたが、リニアに移動するキャリッジにも本発明は適用可能である。また、第 2 のヘッド移動機構にイーデンばね機構 13 、その駆動にバイモルフ 14 を用いたが、ステップモータより細かいステップで移動できれば他の駆動手段も使用できる。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明は、磁気ディスクに形成されたトラックの半径方向へ移動可能に配置された第 1 ヘッド移動機構と、磁気ヘッドを搭載し第 1 ヘッド移動機構に対して相対移動可能に取付けられた第 2 ヘッド移動機構と、第 1 ヘッド移動機構を目標トラックが属するゾーンの基準トラックに移動させる第 1 駆動手段と、第 2 ヘッド移動機構を基準トラックから目標トラックまで第 1 駆動手段よりも小さなステップで移動させる第 2 駆動手段と、磁気ヘッドで検出されたヘッドの現在トラック位置と目標トラック位置から磁気へ

ドの移動量を設定し、第 1 駆動手段に現在トラック位置から基準トラック位置へ第 1 のシーク動作命令を送ると共に、目標トラック位置と基準トラック位置の差を算出して第 2 駆動手段に目標トラック位置へ第 2 のシーク動作命令を送る制御手段とから構成されているので、第 2 のヘッド移動機構がより細かいステップでシーク動作を行なうこととなる。

従って、ステップ角度が特別小さいステップモータを要せずに、磁気ディスクのトラックを高密度化できる効果がある。

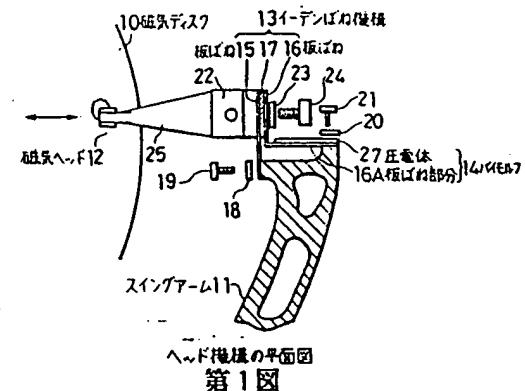
4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明のヘッド位置決め方式に用いられるヘッド機構の平面図、第 2 図はイーデンばね機構とバイモルフの斜視図、第 3 図はバイモルフの原理図、第 4 図は第 2 図の平面図、第 5 図はバイモルフの特性曲線を示すグラフ、第 6 図はトラックとステップモータ停止位置を示す箇略平面図、第 7 図は磁気ヘッドの位置決め制御回路図、第 8 図は磁気ディスク上の各トラックを示す部分

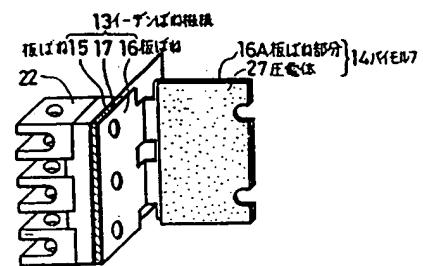
平面図である。

10…磁気ディスク、11…スイングアーム、
12…磁気ヘッド、13…イーテンばね機構、
14…バイモルフ、27…圧電体、30…マイク
ロプロセッサ、31…アップダウン回路、32…
メモリ回路、60…オフトラック検出回路、70
…第1ヘッド機構、80…第2ヘッド機構。

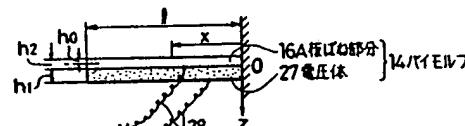
特許出願人 沖電気工業株式会社
代理人弁理士 古田 精孝



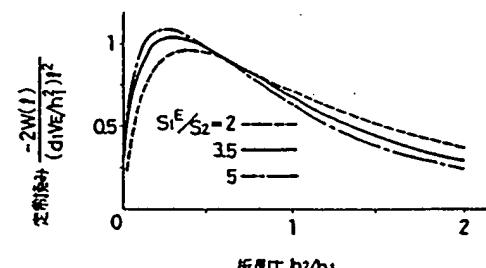
ヘッド機械の平面図
第1図



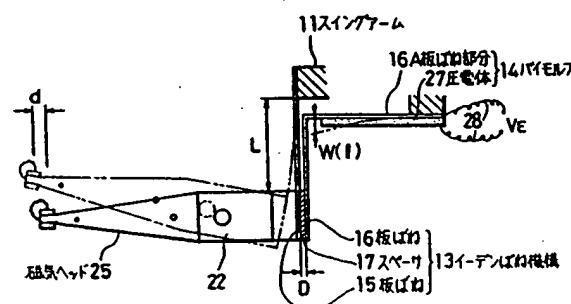
イーテンばね機構とバイモルフの斜視図。
第2図



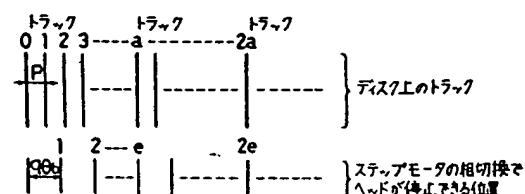
第3図



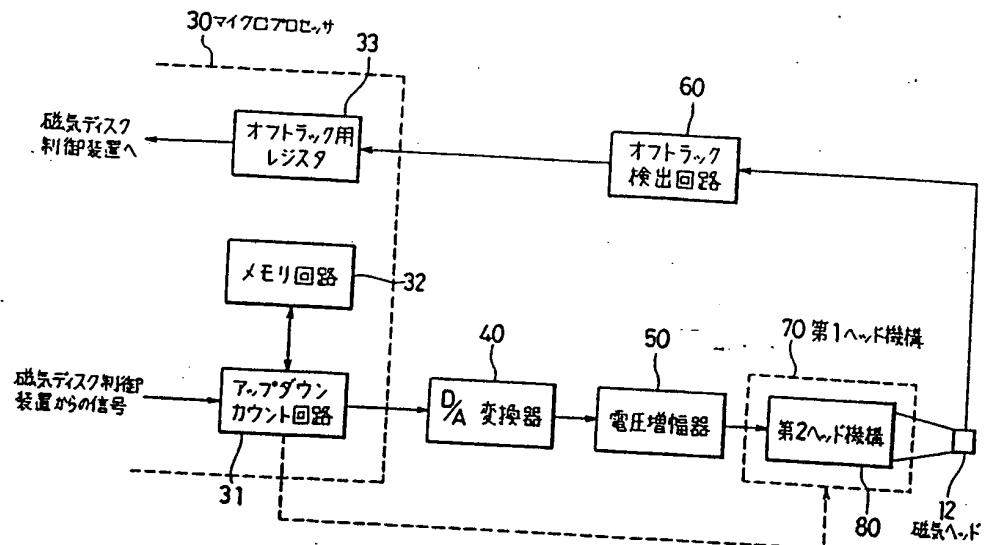
バイモルフの特性曲線
第5図



イーテンばね機構とバイモルフの平面図
第4図

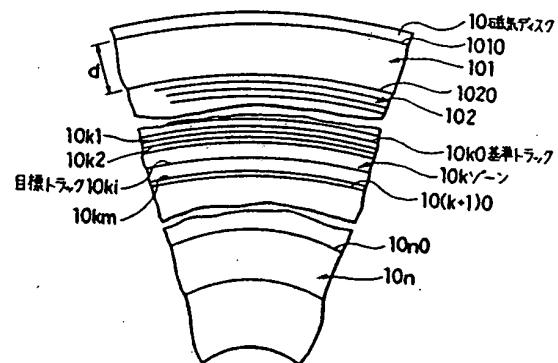


トラックとステップモーター停止位置の簡略平面図
第6図



磁気ヘッドの位置決め制御回路図

第7図



トラックの部分平面図

第8図